

FR1416647

Patent number:	FR1416647
Publication date:	1965-11-05
Inventor:	
Applicant:	REYNOLDS METALS CO
Classification:	
International:	B21C23/10, B21D53/06, F28F1/16, F28F1/26, H05B3/50, B21C23/02, B21D53/02, F28F1/12, F28F1/24, H05B3/42
European:	B21C23/10, B21D53/06, F28F1/16, F28F1/26, H05B3/50
Application number:	FR19640993824, 19641104
Priority number(s):	FR19640993824, 19641104

Report a data error here

Abstract not available for FR1416647

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

Best Available Copy

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

SERVICE  
de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

## BREVET D'INVENTION

P.V. n° 993.824

Classification internationale



N° 1.416.647

F 25 h

Echangeurs de chaleur et procédé pour leur fabrication.

Société dite : REYNOLDS METALS COMPANY résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 4 novembre 1964, à 16<sup>h</sup> 7<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré par arrêté du 27 septembre 1965.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 45 de 1965.)

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 23 décembre 1963, sous le n° 332.818.  
aux noms de MM. Harold John LOEHLEIN et Edward E. CURRAN.)

L'invention est relative à un échangeur de chaleur perfectionné ainsi qu'à un procédé et dispositif convenant pour sa fabrication.

On sait que les échangeurs de chaleur sont composés d'un élément tubulaire creux, dans lequel circule un fluide refroidissant ou chauffant, et dont la paroi périphérique extérieure constitue, dans le transfert de chaleur, la surface primaire de l'échangeur.

Dans le but d'augmenter le transfert de chaleur entre le milieu environnant et le fluide en circulation, on utilise des ailettes fixées à la surface périphérique extérieure de l'élément tubulaire creux, afin d'obtenir un accroissement de la surface de l'échangeur de chaleur, lesdites ailettes constituant chacune ce qui est habituellement appelé une surface secondaire d'échange de chaleur.

Cependant, il a été constaté que les ailettes constituant la surface secondaire de l'échangeur de chaleur doivent être en contact intime avec la surface primaire de l'échangeur, si l'on veut que cette surface secondaire joue un rôle pleinement effectif. La mise en place et la fixation des surfaces secondaires en contact intime avec la surface primaire s'est révélée difficilement réalisable à l'aide des techniques de production en série.

Un but de l'invention est d'écarter dans la fabrication des échangeurs de chaleur, les difficultés mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, et de fournir un échangeur qui possède un coefficient de transfert élevé.

Selon l'invention, le procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur consiste à partir d'un élément tubulaire creux ayant au moins une nervure, dirigée vers l'extérieur, faisant corps avec ledit élément, ledit procédé étant caractérisé par un étirage et un façonnage de la nervure pour former une ailette ayant une surface notablement plus grande que la sur-

face de la nervure à partir de laquelle cette ailette a été formée.

L'invention sera décrite à l'aide d'un exemple en se référant aux dessins ci-annexés :

La fig. 1 montre en perspective, une ébauche qui peut être utilisée dans la fabrication d'un échangeur de chaleur conformément à l'invention;

La fig. 2 montre, semblablement, une autre ébauche;

La fig. 3 montre, en perspective schématique, le dispositif nécessaire pour convertir l'ébauche des fig. 1 et 2, en une partie d'un échangeur de chaleur établi conformément à l'invention;

La fig. 4 montre, en vue en bout, une variante des dispositifs de la fig. 3;

La fig. 5 montre, en élévation, une des roues dentées indiquée sur les fig. 3 et 4;

La fig. 6 est une vue en coupe selon 6-6 fig 5;

La fig. 7 est une vue partielle en coupe selon 7-7 fig. 6;

La fig. 8 est une vue partielle du dispositif visible sur la fig. 3 et illustre une opération de la fabrication de l'échangeur de chaleur;

Les fig. 9, 10 et 11 montrent, respectivement en plan, en élévation et en coupe suivant 11-11 fig. 10, l'échangeur de chaleur établi selon l'invention;

Les fig. 12 à 30 montrent plusieurs modes de réalisation particuliers d'échangeurs de chaleur établis conformément à l'invention;

Les fig. 12, 13 et 14 montrent, respectivement, en coupe suivant 13-13 fig. 12 et en coupe suivant 14-14 fig. 13, un échangeur de chaleur perfectionné;

La fig. 15 montre, semblablement à la fig. 13, un stade antérieur du procédé de fabrication;

La fig. 16 montre, en élévation, un autre échangeur de chaleur assemblé;

La fig. 17 est une coupe suivant 17-17 fig. 16;

La fig. 18 montre, en coupe un échangeur de chaleur établi conformément à l'invention et établi dans une gaine d'air;

La fig. 19 est une coupe suivant 19-19 de la fig. 18;

La fig. 20 est une coupe d'un échangeur de chaleur établi conformément à l'invention et comportant un élément de chauffage électrique;

La fig. 21 montre en plan, une maison ou un bâtiment;

La fig. 22 montre en perspective partielle, à plus grande échelle et en coupe suivant 22-22 fig. 21, cette même maison;

La fig. 23 montre en coupe un échangeur de chaleur établi conformément à l'invention et servant à une autre application;

La fig. 24 est une coupe suivant 24-24 fig. 23;

La fig. 25 montre, en coupe, un réfrigérateur domestique ou un appareil analogue utilisant un échangeur de chaleur établi conformément à l'invention;

La fig. 26 montre un autre mode de réalisation de l'invention qui peut être utilisé dans un réfrigérateur selon une disposition autre que celle de la fig. 25;

La fig. 27 montre en perspective, une partie du dispositif de la fig. 26, les systèmes étant séparés les uns des autres;

La fig. 28 montre une autre application d'un échangeur de chaleur établi conformément à l'invention;

La fig. 29 montre, en coupe, une autre application encore d'un échangeur de chaleur établi conformément à l'invention;

La fig. 30 montre, en perspective schématisée, le dispositif de la fig. 29;

La fig. 31 montre en perspective partielle, un autre échangeur de chaleur établi conformément à l'invention;

Les fig. 32 et 33 sont des vues analogues à la fig. 31 et représentant encore d'autres modes de réalisation de l'invention;

La fig. 34 montre, semblablement à la fig. 8, une autre manière pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

La fig. 1 montre une ébauche utilisable pour la fabrication d'un échangeur de chaleur amélioré conforme à la présente invention, désigné par la référence générale 40 et comprenant un élément tubulaire creux allongé 41 faisant corps avec une ou plusieurs nervures 42 s'étendant extérieurement à la surface périphérique 43 de l'élément tubulaire creux 41.

Bien que l'ébauche 40 puisse être formée de toute manière convenable et en tout matériel acceptable, la réalisation représentée à la figure 1 est formée par extrusion d'une matière

métallique telle qu'un alliage d'aluminium ou un autre alliage analogue, à l'aide d'une machine à extruder connue 44 selon un procédé connu.

L'ébauche 40 utilisable selon l'invention peut avoir toutes les dimensions désirables; dans la réalisation représentée, l'élément tubulaire creux 41 a un diamètre extérieur d'environ 9,5 mm et l'épaisseur de chaque nervure 42 est approximativement de 0,9 mm, tandis que la largeur de ces nervures peut avoir toute valeur désirée.

Les nervures 42 de l'ébauche 60 ont une épaisseur uniforme sur toute leur longueur, mais il est entendu qu'elles pourraient avoir une épaisseur variable selon leur longueur, si on le désirait.

Par exemple sur la fig. 2, on a montré une autre ébauche 40a dont les différentes parties, semblables à celles de l'ébauche 40, sont désignées par les mêmes références numériques suivies par la lettre a.

Sur la fig. 2, les nervures 42a s'étendent à l'extérieur de l'élément tubulaire creux 41a en présentant chacune respectivement une épaisseur décroissante à partir de la surface périphérique 43a de l'élément tubulaire creux 41a jusqu'à leur tranche libre extérieure.

Si, par exemple, l'élément tubulaire extérieur 41a avait un diamètre extérieur d'environ 2,5 mm, les nervures 42 pourraient avoir une épaisseur de 0,9 mm approximativement à leur jonction avec la surface périphérique extérieure 43a, se réduisant progressivement jusqu'à une valeur de 0,5 mm à leurs tranches libres extérieures.

Bien qu'on puisse mettre en œuvre de la manière décrite ci-après aussi bien l'ébauche 40 que l'ébauche 40a, on se référera seulement à l'ébauche 40, mais il est entendu que la même description pourrait s'appliquer à l'ébauche 40a.

Bien que les deux ébauches 40 et 40a, respectivement, ont deux nervures opposées diamétralement 42 s'étendant à partir de l'élément tubulaire 41 ou 41a, il est entendu que l'invention est également applicable dans le cas où les ébauches des échangeurs de chaleur auraient une seule, ou un nombre quelconque de nervures, disposées de toute manière désirable par rapport à la surface périphérique extérieure desdits éléments tubulaires.

Après la fabrication de l'ébauche 40 de la manière décrite ci-dessus, on divise ces nervures 42 en une pluralité d'ailettes faisant corps avec l'élément tubulaire creux 41 pour munir ce dernier d'une surface secondaire d'échange de chaleur, les ailettes étant chacune formées à partir des nervures 42 et ayant une surface substantiellement augmentée par rapport à la surface de la partie de nervure 42 à partir

de laquelle l'ailette correspondante a été formée, selon le procédé qui sera décrit maintenant.

La fig. 3 montre le dispositif, désigné par la référence générale 45, nécessaire pour la mise en œuvre du procédé faisant l'objet de l'invention. Bien que la fig. 3 représente seulement une nervure 42 de l'élément tubulaire creux 41 en cours de transformation en ailettes 46, il est évident que plusieurs ailettes peuvent être simultanément formées à partir de la nervure opposée 42 ainsi qu'on l'a représenté à la fig. 4.

Le dispositif 45 comporte une paire de roues dentées 47 et 48 coopérant ainsi qu'il est décrit ci-dessous pour agir sur une nervure 42 de l'élément tubulaire creux 41 et la transformer rapidement et efficacement en une pluralité d'ailettes 46, comme on peut le voir sur la fig. 8, dont la description sera faite plus loin.

Les roues dentées 47 et 48 sont substantiellement similaires l'une à l'autre et, par conséquent, seule la roue dentée 48 a été représentée par les fig. 5 à 7 et sera seule décrite. En se référant à ces dernières figures, on voit que la roue dentée 48 comprend un moyen 49 ayant un alésage cylindrique 50 permettant son calage sur un arbre convenable à l'aide d'une vis passant à travers les trous filetés 51 ménagés dans le moyen 49.

Ce dernier présente une pluralité de dents 52 s'étendant radialement vers l'extérieur, chacune des dents 52 ayant une surface substantiellement arquée 53 qui est la surface menante pour l'entraînement en rotation, pendant le fonctionnement, de la roue dentée 48, dans le sens des aiguilles d'une montre, ainsi qu'on peut le voir à la fig. 5. Le côté mené 54 de chaque dent 52 est substantiellement plan comme on l'a représenté à la fig. 5. On voit à la fig. 3 que la roue dentée 47 tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre et que, de ce fait, la surface arquée de chacune des dents 52 constitue la surface menée et que le côté plan 54 constitue la surface menante de chacune des dents de cette roue dentée 47.

On peut constater sur la fig. 8, que chaque dent 52 de la roue dentée 48 a une extrémité extérieure 55 pratiquement plate qui coopère avec le côté plan 54 pour constituer une arête coupante 56, dont l'usage sera exposé ci-après. Le côté menant 53 de chaque dent 52 de la roue 48 est incurvé en arc de cercle entre l'arête extérieure et une ligne, parallèle à cette arête extérieure 57, et située approximativement à l'endroit 58. Le reste de la surface 53 est en substance plan et parallèle au côté 54.

Sur la fig. 6, chaque dent 52 de la roue 48 a une face frontale 59 qui, en fonctionnement, est disposée au voisinage de l'élément tubu-

laire creux 41 pendant que le côté opposé 60 de chacune des dents 52 est au contraire éloigné de cet élément tubulaire creux 41. La face 59 est arrondie, de la façon représentée à la fig. 6, alors que la face 60 est substantiellement plane.

En outre, chaque dent 52 de la roue 48 est, du côté de la face 59, arrondie ou arquée comme montré à la fig. 7.

Sur la fig. 8, on voit que la roue dentée 47 tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre pendant que la roue dentée 48 tourne dans le sens des aiguilles, les dents 52 engrenant entre elles, comme on peut le voir à la fig. 8, et la nervure 42 de l'élément tubulaire creux 41 s'engageant dans le jeu des dents engrenant ensemble depuis la gauche vers la droite, comme représenté à la fig. 8; dans une disposition inverse, les roues dentées 47 et 48 peuvent être déplacées de la droite vers la gauche pendant que l'élément tubulaire 41 est maintenu fixe, les roues dentées 47 et 48 continuant à tourner dans le sens indiqué par les flèches de la figure.

Dans les deux cas, on peut voir qu'au fur et à mesure que les roues 47 et 48 tournent, les dents 52 de la roue 47 commencent à courber vers le bas la nervure 42 de l'élément tubulaire creux 41 (voir les dents 52a et 52b de la fig. 8). Toutefois, du fait que les dents 52a et 52b sont arrondies du côté de la face 59 (voir fig. 6); la partie de la nervure 42 adjacente à l'élément tubulaire 41 n'est pas courbée vers le bas, ainsi qu'on peut le voir à la fig. 8.

A mesure que la dent 52c de la roue 48 commence à pénétrer vers le haut entre les dents 52b et 52d de la roue 47, comme on peut le voir à la fig. 8, on constate que la roue 52c commence à repousser la nervure 42 vers le haut, entre les dents 52b et 52d, tandis que l'arête 56 de cette dent coopère avec l'arête 56 et la face 54 de la dent 52b pour sectionner la nervure 42 en une ailette élémentaire 46a.

A mesure que les roues 47 et 48 continuent leur rotation, la partie inférieure de chaque ailette cisailée 46 est étirée et façonnée entre les surfaces coopérantes 53 des dents voisines 52 des roues dentées 47 et 48.

Par exemple, on peut voir sur la fig. 8, que les dents 52e et 52f sont en train d'étirer et de façonner la partie inférieure de l'ailette 46b, en l'allongeant substantiellement, pendant que l'extrémité 55 de la dent 52e ramène la partie supérieure de l'ailette 46b dans le même plan que la racine qui rattache cette ailette à l'élément tubulaire creux 41.

A mesure que les dents 52 des roues 47 et 48 poursuivent leur mouvement complet d'engrènement, on constate que les surfaces 53 des roues voisines 52 coopèrent ensemble pour étirer et façonner la partie supérieure de cha-

que ailette 46 en lui imposant un allongement supplémentaire et en la courbant substantiellement afin d'aboutir à l'ailette terminée 46 dont l'allure générale a un profil substantiellement en forme de S.

On voit sur la fig. 8, que les dents 52g et 52h, faisant respectivement partie des roues 48 et 47, commencent à étirer et à façonner la partie supérieure de l'ailette 46a.

Ainsi on constate que, quand la nervure 42 de l'élément tubulaire creux 41 est engagée dans l'engrènement des roues dentées 47 et 48, les dents de ces dernières coopèrent ensemble pour la sectionner en ailettes individuelles 46 qui sont, en même temps, étirées et façonnées pour augmenter substantiellement leur surface par rapport à la surface de la partie de la nervure à partir de laquelle chaque ailette 46 est formée, à la suite de quoi, les ailettes 46 constituent, dans l'échangeur de chaleur terminé 60 montré sur la fig. 9, une surface d'échange secondaire effective.

Ainsi qu'on l'a déjà fait remarquer, le dispositif 45 peut comporter simplement une paire de roues dentées 47 et 48 qui agissent sur une seule nervure 42 de l'élément tubulaire creux 41 ou peut comprendre quatre roues, comme on l'a représenté à la fig. 4, pour agir simultanément sur les nervures opposées 42 de l'élément 41, afin d'aboutir à l'échangeur de chaleur 60.

Dans tous les cas, les roues dentées de l'appareillage 45 forment les ailettes 46 selon le procédé illustré par les fig. 9 à 11, dans lequel chaque ailette 46 fait corps avec la surface périphérique extérieure 43 de l'élément tubulaire creux 41 à laquelle elle est réunie par des congés opposés, analogues à des goussets 61 et 62, visibles à la partie supérieure de la fig. 9, dont l'existence contribue à accroître la résistance de chaque ailette individuelle 46 et, également, à augmenter la surface de contact de cette dernière avec l'élément tubulaire creux 41 afin de favoriser le transfert de chaleur, de la façon bien connue dans cette technique.

Les congés 61 et 62 de chaque ailette 46 sont formés grâce aux surfaces menantes 59, des dents 52 des roues 47 et 48, qui sont fortement arrondies, comme on peut le voir sur la fig. 7.

De plus, chaque ailette 46 présente une partie intérieure 63, visible sur les fig. 10 et 11, qui est incurvée en forme d'arc et qui est réunie à la partie restante de la nervure 42, non seulement pour fournir une liaison structurale avec cette dernière, mais également pour augmenter la surface de contact entre cette ailette individuelle 46 et la surface périphérique extérieure 43 de l'élément tubulaire creux 41.

Il a été constaté que la surface de chacune des ailettes 46 peut être supérieure d'au moins 20 % jusqu'à 100 % à la surface initiale de la portion de la nervure 42 à partir de laquelle ladite ailette 46 a été formée.

Ainsi, non seulement la surface des ailettes 46 a été augmentée par le procédé décrit ci-dessus, mais ces ailettes 46 constituent une partie intégrante de la surface périphérique extérieure 43 de l'élément tubulaire creux 41, de sorte que le contact le plus intime existe entre les ailettes 46 et l'élément 41 et procure le coefficient de transfert de chaleur nécessaire dans un échangeur.

De plus, les ailettes 46 sont réunies à l'élément tubulaire creux 41, de sorte qu'elles sont structurellement attachées à ce dernier, bien qu'elles aient été rendues relativement minces grâce au procédé d'étirage et de façonnage décrit ci-dessus.

Quand la longueur désirée de l'ébauche 40 a été transformée en un tube échangeur de chaleur 60, ce dernier peut être courbé, enroulé en hélice, enroulé en spirale, ou laissé droit pour faciliter son stockage et son transport, ou bien il peut recevoir une conformation particulière en vue d'une application spéciale, un tel tube échangeur de chaleur 60 étant, par construction, facilement adaptable à la plupart des applications nécessitant un transfert de chaleur.

Par exemple, le tube échangeur 60 décrit ci-dessus peut recevoir une allure sinuuse, montrée sur les fig. 12 à 15, pour constituer un échangeur de chaleur, désigné par la référence générale 64, particulièrement convenable pour être utilisé comme évaporateur ou comme condenseur.

On voit sur la fig. 12, que le tube échangeur de chaleur 60 a été courbé d'une façon sinuuse, présentant dans l'ensemble, une structure substantiellement rectangulaire présentant, sur ses côtés opposés, des coudes 65 reliés ensemble par des longueurs droites 66 dont les orifices d'entrée 67 et de sortie 68 sont celles mêmes de l'élément tubulaire 41.

Si on le désire, les ailettes 46 de l'élément tubulaire creux 41 peuvent être enlevées à l'endroit des coudes 65 aussi bien qu'à proximité de l'orifice d'entrée 67 et de l'orifice de sortie 68, comme représenté à la fig. 12. Afin de donner de la rigidité à l'élément tubulaire 41, courbé et sinuoux, une paire d'armatures opposées 69 sont disposées au voisinage des coudes 65 auxquels elles sont fixées de la manière qui sera décrite maintenant.

Chaque armature 69 peut comprendre une partie inférieure 70 et une partie supérieure 71 déterminant entre elles une pluralité de fentes 72, dans lesquelles sont respectivement enga-

gés les coudes 65, ainsi qu'on peut le voir à la fig. 15.

On constatera que chaque armature 69 peut être facilement glissée sur les coudes 65, à chacun des côtés opposés de l'élément tubulaire creux courbé sinueux, grâce au fait que ces coudes 65 peuvent être facilement engagés et enfilés dans les fentes 72.

Après cette opération, les parties supérieures 71 de l'armature 69 sont déformées vers l'arrière, de la manière représentée aux fig. 13 et 14, pour maintenir positivement les coudes 65 dans les fentes 72 sans utiliser d'organe de fixation; de cette façon, les armatures 69 constituent avec l'élément tubulaire creux 41 une unité rigide qui peut être facilement mise en place, à tout endroit désiré, à l'aide du dispositif de montage 76 prévu sur les armatures 69.

À partir du tube échangeur 60 visible à la fig. 9, on peut fabriquer d'autres formes d'échangeur de chaleur pour obtenir un évaporateur, un condenseur ou un autre appareil similaire, grâce à une construction analogue à celle de l'échangeur 64 décrit ci-dessus, et qui a été représenté par les fig. 16 et 17 dans lesquelles l'échangeur de chaleur est désigné par la référence générale 74.

Les fig. 16 et 17 montrent que l'élément tubulaire creux 41 décrit ci-dessus a été courbé pour avoir une allure sinueuse et en même temps substantiellement enroulée en hélice de la façon visible à la fig. 16 pour former une construction substantiellement rectangulaire ayant sur ses côtés opposés des coudes 75 réunis entre eux par des longueurs voisines 76 et 77 de l'élément 41, dont les orifices d'entrée 78 et de sortie 79 sont placés à des extrémités opposées.

L'élément tubulaire enroulé 41 est transformé en unité rigide grâce à une paire d'armatures opposées 80, reliées respectivement aux coudes 75 de cet élément.

Par exemple, chaque armature 80 peut se composer d'une partie 81 au profil en U, visible sur la fig. 17, placée contre la surface extérieure de chaque coude 75, sur l'un des côtés de la construction rectangulaire, d'une barre pratiquement cylindrique 82 passant à l'intérieur des branches des coudes correspondants 75, comme on peut le voir sur la fig. 17, et de vis de fixation amovibles 83 réunissant cette barre à la partie 81.

On constatera que dans l'échangeur de chaleur 74, montré sur les fig. 16 et 17, les ailettes 46 de l'élément tubulaire creux 41 n'ont pas besoin d'être enlevées dans la région des coudes 75 du fait que la solidarisation des armatures 80 avec les coudes 75 est assurée efficacement par les barres 82, les orifices d'entrée 78 et de sortie 79 de l'élément tubulaire

passant à travers des ouvertures convenables ménagées dans la partie 81.

On notera que l'on peut donner de nombreuses formes à l'élément tubulaire à ailettes 41 pour satisfaire à toute fonction d'échange de chaleur désirée.

Bien que les échangeurs de chaleur 64 et 74 conformes à l'invention soient particulièrement adaptés pour constituer des évaporateurs ou des condenseurs dans des appareils de réfrigération, il est entendu que l'on peut les utiliser dans d'autres applications nécessitant des échanges de chaleur.

Par exemple, en se reportant à la fig. 25, on peut voir un réfrigérateur domestique 84 pourvu d'un compartiment non congélateur 85 et d'un compartiment congélateur 86 qui sont refroidis tous les deux par un évaporateur 87 à travers lequel de l'air est envoyé par un ventilateur convenable 88. Les échangeurs de chaleur 64 et 74 conviennent particulièrement bien pour constituer l'évaporateur 87 de la fig. 25.

Sur la fig. 18, le tube à ailettes 41 est disposé en spirales, diminuant progressivement de la gauche vers la droite, placées dans une gaine d'air 89, dans laquelle de l'air est envoyé de la gauche vers la droite.

Si on le désire, la conformation en spirales du tube à ailettes 41 de la fig. 18 peut être inversée de façon que l'extrémité la plus étroite rencontre la première le courant d'air circulant, depuis la gauche, dans la gaine 89.

Au lieu, comme on l'a vu jusqu'à présent, de faire circuler dans le tube à ailettes 41 un fluide refroidissant, il est possible d'y placer une résistance électrique 90, comme on peut le voir à la fig. 20, isolée des parois intérieures de l'élément tubulaire 41 à l'aide d'oxyde de magnésium 91 ou d'un isolant analogue.

L'élément d'échangeur de chaleur électrique représenté à la fig. 20 peut être utilisé comme radiateur mural dans une maison ou dans un bâtiment 92 visible sur la fig. 21, dans lequel une plinthe 93 s'étend tout autour de sa périphérie intérieure, la plinthe 93 constituant une gaine visible sur la fig. 22, dans laquelle le tube à ailettes 41 est supporté par des équerres convenables 94.

On peut, avec cette disposition, utiliser soit un montage analogue à celui montré sur la fig. 20, soit faire circuler un fluide de chauffage dans l'élément tubulaire creux 41 disposé dans la plinthe 93.

Si on le désire, l'élément tubulaire à ailettes 41 peut être enroulé sur lui-même en spirales pour devenir un échangeur de chaleur plat utilisable comme condenseur, comme évaporateur ou comme élément analogue dans des réchauffeurs d'air, dans des unités de conditionnement

d'air, dans des humidificateurs ou dans d'autres appareils.

Sur les fig. 23 et 24, on voit des réchauffeurs, désignés par la référence générale 95, comprenant un élément tubulaire à ailettes 41 enroulé sur lui-même et constituant un échangeur de chaleur à travers lequel de l'air est envoyé par un ventilateur convenable 96, le tube à ailettes 41 étant soit chauffé par un fluide le parcourant, soit pourvu d'une résistance électrique ainsi qu'on l'a décrit ci-dessus.

Le tube à ailettes 41 peut également, si on le désire, recevoir une forme cylindrique hélicoïdale, visible sur les fig. 26 et 27, et être disposé à l'intérieur d'une enveloppe appropriée 97 dans laquelle de l'air est envoyé par un ventilateur convenable 98; le tube à ailettes hélicoïdal 41, visible sur les fig. 26 et 27 est particulièrement bien adapté pour être employé, par exemple, dans un réfrigérateur domestique ou dans un appareil semblable.

Le tube à ailettes 41 peut aussi être enroulé en hélicoïde autour d'un accumulateur 99 auquel il est réuni, de la façon montrée sur la fig. 28, pour contribuer au transfert de chaleur avec cet accumulateur 99.

Les fig. 29 et 30 montrent que le tube à ailettes 41 peut également être utilisé dans une unité de conditionnement d'air où, enroulé en hélice, il constitue un évaporateur 100 et un condenseur 101, la sortie de ce dernier étant réunie à l'entrée de l'évaporateur 100 par un dispositif capillaire convenable 102, tandis que la sortie de l'évaporateur 100 est reliée à un compresseur 103 dont la sortie est reliée à l'entrée du condenseur 101, des ventilateurs convenables 104 et 105 étant utilisés, respectivement, pour envoyer de l'air au travers de l'évaporateur 100 et du condenseur 101.

On a pu constater qu'on peut donner au tube à ailettes 41, une pluralité de formes différentes pour constituer des échangeurs de chaleur utilisables dans des applications particulières, grâce au fait que ce tube 41 est apte à recevoir toute conformation désirée et qu'il peut être mis en forme simplement et rapidement selon le procédé décrit ci-dessus, de sorte que le coût global des échangeurs construits selon la présente invention est relativement faible en comparaison de celui des échangeurs de chaleur connus jusqu'à présent. De plus, un échangeur de chaleur conforme à la présente invention offre l'avantage spécifique qu'il y a un contact intime entre la première et la seconde surfaces d'échange.

Le tube à ailettes 41 constitue un évaporateur à l'épreuve du gel dans des applications telles que les réfrigérateurs.

Par exemple, les fig. 31 et 33 montrent un tube à ailettes 41 en forme d'évaporateur et muni d'un élément de chauffage 106 qui est

périodiquement parcouru par un courant électrique pour réchauffer le tube à ailettes 41 et en éliminer le givre.

L'élément chauffant 106 peut être réuni au tube à ailettes 41 par des agrafes convenables 107, visibles sur la fig. 31; si on le désire, le tube à ailettes 41 peut être muni de nervures 108 dirigées vers l'extérieur faisant corps avec l'ébauche extrudée 40, ainsi qu'on peut le voir sur la fig. 32, les nervures 108 pouvant être utilisées pour maintenir l'élément chauffant 106 contre le tube à ailettes 41, soit en resserrant lesdites nervures autour de l'élément 106, soit en engageant avec un léger serrage ce dernier entre les nervures préformées 108.

En variante, l'élément chauffant 106 peut aussi être situé à l'intérieur du tube à ailettes 41 (fig. 33).

Bien que l'appareillage 45 ait été décrit précédemment comme utilisable pour sectionner, façonner et étirer les ailettes 46 entre les surfaces coopérantes 53 des dents 52 des roues 47 et 48, il a été constaté que les surfaces plates 54 des dents 52 peuvent coopérer ensemble pour former, sur l'ébauche 40, des ailettes 46, en sectionnant, étirant, allongeant et façonnant les nervures 42 de cette ébauche de la manière qui sera décrite maintenant.

Sur la fig. 34, on voit que les roues 47 et 48 sont en substance les mêmes que celles de la fig. 8 avec la différence que l'ébauche 40 s'engage entre elles de façon que l'engrènement des dents 52 cisaille, étire, allonge et façonne la nervure 42 entre les surfaces droites coopérantes 54 pour former les ailettes 46, dirigées vers le haut.

Il a été constaté dans la réalisation de la fig. 34 qu'en augmentant le décalage des roues 47 et 48, on accroît l'arc-boutement des dents entre elles et que la surface des ailettes 46 est augmentée par rapport à la surface des portions de nervures 42 à partir desquelles les ailettes 46 correspondantes sont formées. De plus, l'augmentation de l'arc-boutement et, par suite, celle des surfaces des ailettes 46, peuvent être favorisées davantage en prévoyant un léger rayon 109 aux extrémités extérieures des faces 54 des dents 52 sur les roues 47 et 48 (fig. 34).

Bien que l'ébauche 40 ait été décrite comme étant une pièce obtenue par extrusion, il est entendu qu'elle pourrait être fabriquée selon d'autres techniques. Par exemple, l'ébauche 40 pourrait être formée en réunissant ensemble les bordures de deux feuilles plates et en déformant les zones médianes, non reliées ensemble, pour leur donner une forme tubulaire de manière à obtenir une ébauche analogue à une ébauche 40, pourvue de nervures faisant partie intégrante de l'élément tubulaire et qui



peuvent être transformées ultérieurement en ailettes 46, comme on l'a décrit ci-dessus. La fabrication de l'ébauche est décrite dans les brevets E.U.A. n° 2.162.273 et 2.690.002 déposés respectivement les 24 mars 1950 et 18 novembre 1949.

# RÉSUMÉ

L'invention a pour objet un procédé de fabrication de tubes à ailettes pour échangeurs de température et présentant les caractéristiques suivantes considérées isolément ou en combinaison :

1° On part d'un élément tubulaire creux présentant au moins une nervure s'étendant extérieurement le long d'une génératrice de cet élément, on étire et on façonne la nervure pour former une ailette dont la surface est notablement plus grande que celle de la nervure à partir de laquelle elle a été formée;

2° La nervure est sectionnée de sorte qu'une pluralité d'ailettes sont formées, chacune ayant une surface notablement plus grande que la partie de nervure à partir de laquelle elle a été formée;

3° Le plan général de chaque ailette est placé dans une orientation différente du plan général de la nervure qui a servi à la former;

4° Les opérations d'étirement, de façonnage et de sectionnement sont accomplies en engageant la nervure entre les dents de deux roues dentées;

5° On donne une forme coudée à la section de chaque ailette dans un plan parallèle à l'axe longitudinal de l'élément tubulaire;

6° On sectionne la nervure de manière qu'un congé largement arrondi soit formé de chaque côté de la partie sectionnée de la nervure, à la racine de celle-ci, au voisinage de l'élément tubulaire;

7° La surface de chaque ailette présente un accroissement d'au moins 20 % par rapport à la partie de la nervure à partir de laquelle elle a été formée.

Le dispositif qui convient pour la mise en œuvre du procédé tel que spécifié plus haut présente les points suivants pris isolément ou en combinaison :

8° Il comprend une paire de roues dentées entre lesquelles est engagée pour être sectionnée, façonnée et étirée une nervure de l'élément tubulaire;

9° La surface la plus proche de l'élément tubulaire de chacune des dents de chaque roue dentée a en coupe par un plan passant par l'axe de rotation de la roue, une forme arrondie;

10° La face menée de chacune des dents de l'une des roues dentées et la face menante de

chacune des dents de l'autre roue dentée présentent dans une vue en coupe par un plan normal à l'axe des roues, une portion arquée située au voisinage de l'extrémité, extérieurement, radialement, de la dent, ladite portion arquée de la surface convergeant vers l'autre face de la dent dans la direction s'éloignant radialement vers l'extérieur de la roue.

L'invention a en outre pour objet des tubes à ailettes pour des échangeurs de température, ces tubes étant caractérisés par les points suivants pris isolément ou en combinaison :

11° La surface totale des ailettes est supérieure d'au moins 20 % à la surface plane s'éloignant, depuis l'élément tubulaire, à la même distance que les ailettes, et ayant une longueur, suivant la direction de l'axe de l'élément tubulaire, égale à la longueur occupée, dans la direction de cet axe, par lesdites ailettes;

12° L'épaisseur des ailettes se réduit en s'éloignant de l'élément tubulaire;

13° L'épaisseur des ailettes est pratiquement constante en s'éloignant de l'élément tubulaire;

14° Chaque ailette a, en coupe par un plan parallèle à l'axe de l'élément tubulaire, une forme coudée;

15° Il existe à la jonction de chaque ailette avec l'élément tubulaire et de chaque côté de celle-ci, un congé largement arrondi faisant corps intégralement avec ladite ailette et ledit élément tubulaire;

16° Un tube à ailettes est courbé et présente deux séries de coudes, tandis qu'une paire d'armatures sont disposées en correspondance chacune avec une série de coudes et sont reliées chacune auxdits coudes pour constituer une structure rigide;

17° Chaque armature comprend une pluralité d'ouvertures dans chacune desquelles est placé un desdits coudes, une partie de l'armature voisine de chaque ouverture étant déformée pour constituer une extension pénétrant dans l'angle du coude correspondant;

18° Le tube est démuné d'ailettes à chacun des endroits qui forme un coude;

19° Chaque armature comprend une paire d'organes, dont l'un s'étend dans un angle de tous les coudes d'une série, tandis que l'autre organe est placé sur le côté extérieur des coudes de la série, les deux organes étant réunis entre eux de sorte que chaque armature est solidarisée avec le tube.

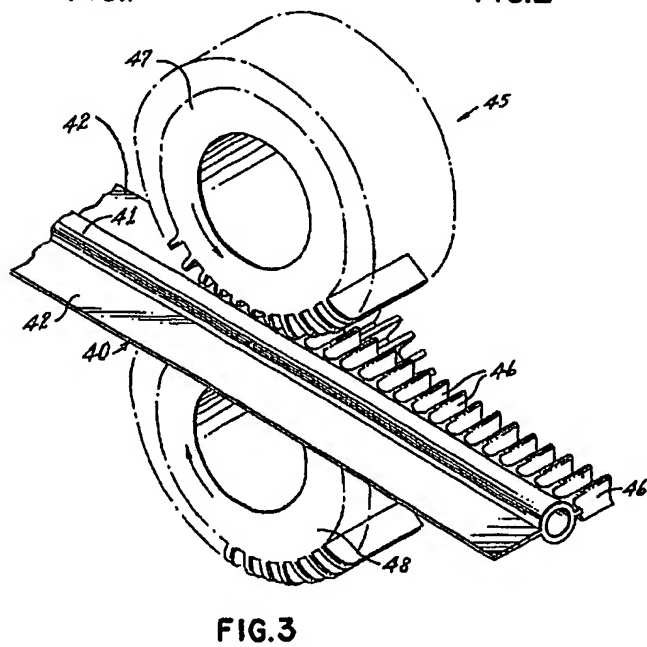
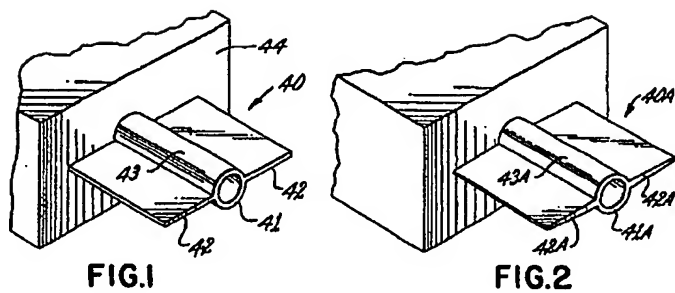
Société dite :

REYNOLDS METALS COMPANY

Par procuration :

PASSERAUD, DEVANT, GUTMANN, JACQUELIN, LEMOINE





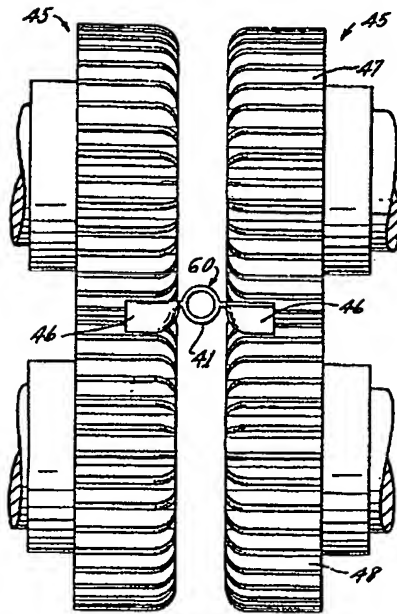


FIG. 4

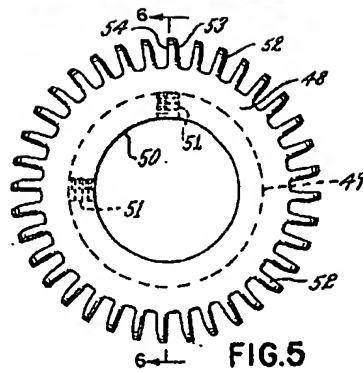


FIG. 5

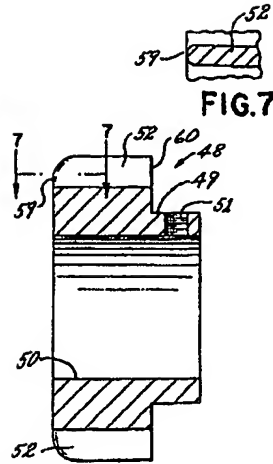


FIG. 6

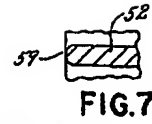


FIG. 7

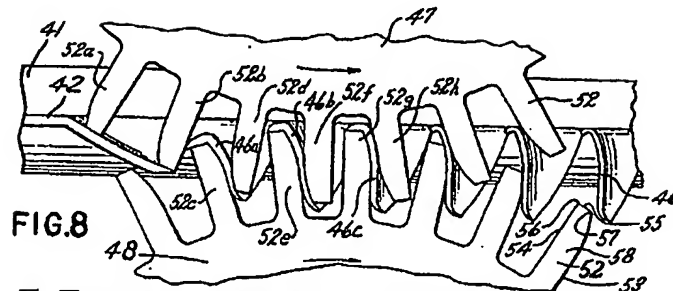


FIG. 8

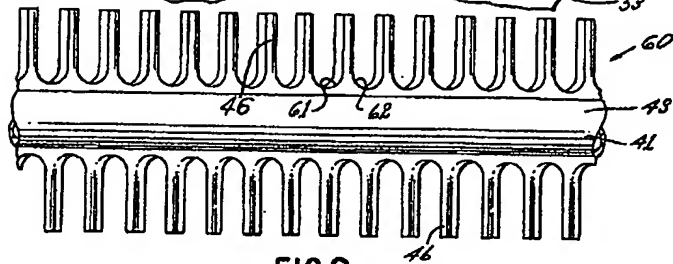


FIG. 9

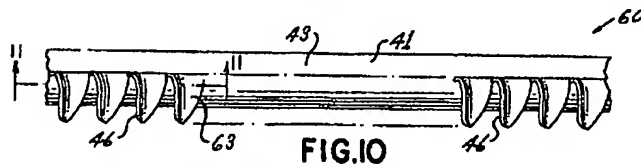


FIG. 10

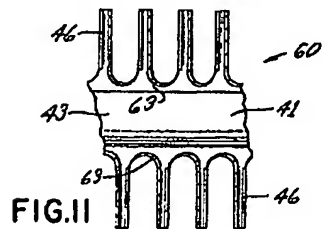
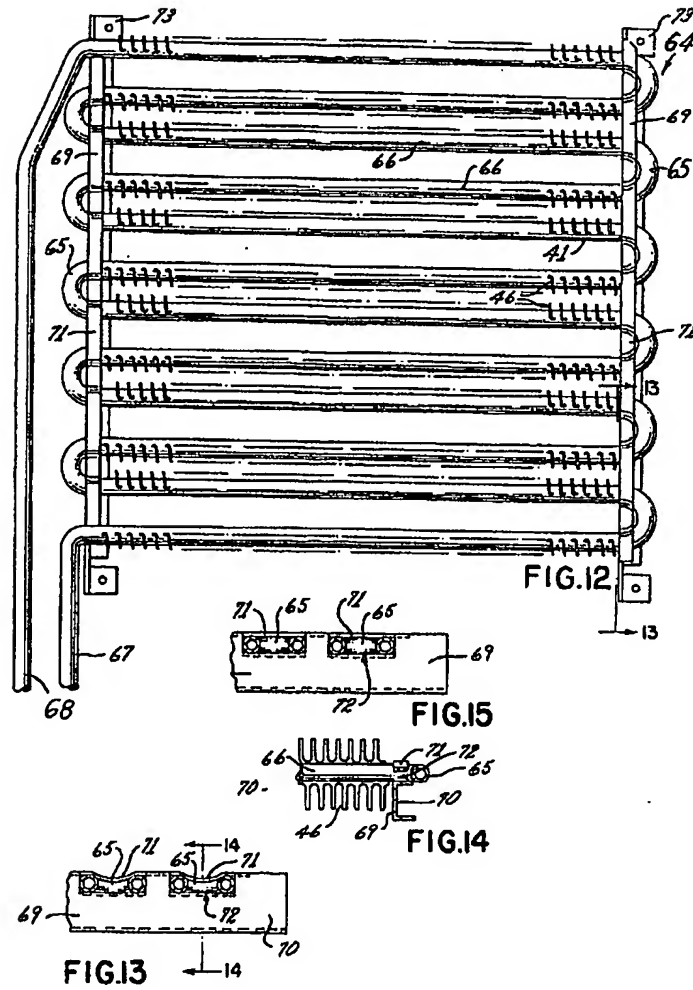


FIG. 11



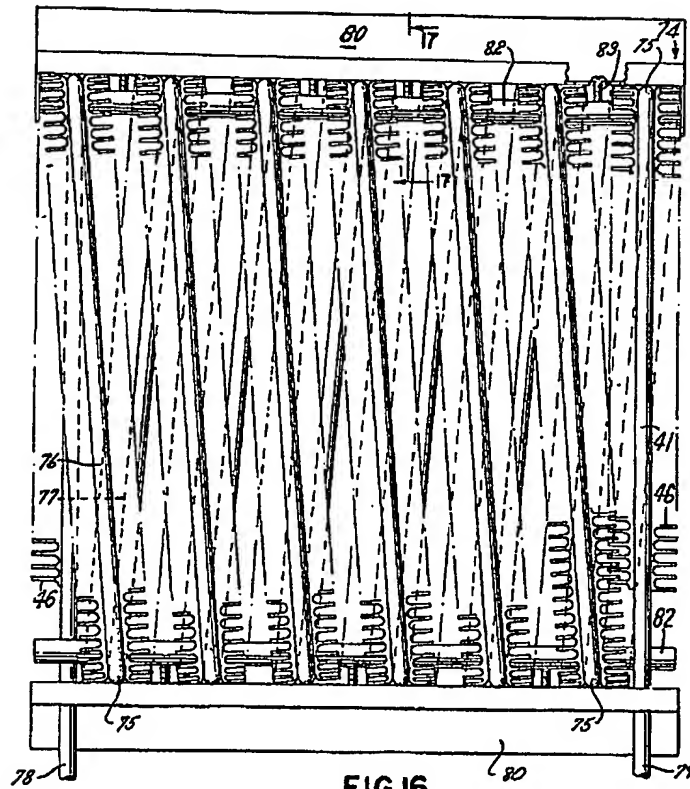


FIG. 16

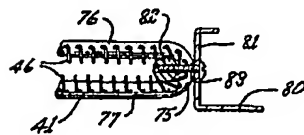


FIG. 17

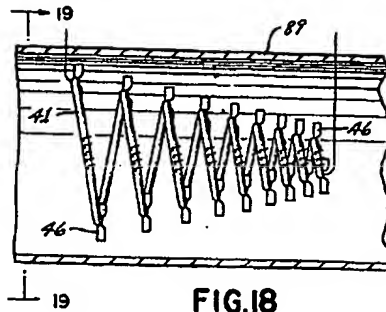


FIG.18

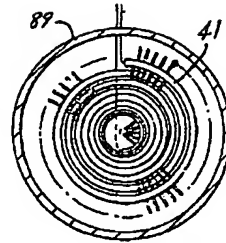


FIG.19

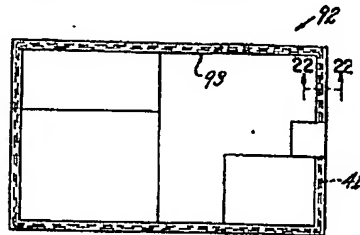


FIG.21

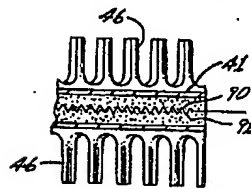


FIG.20

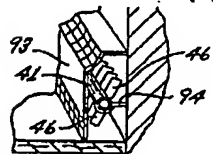


FIG.22

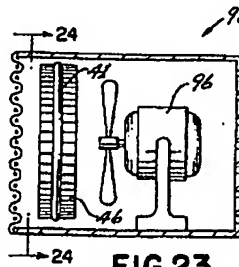


FIG.23

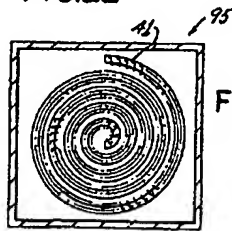


FIG.24

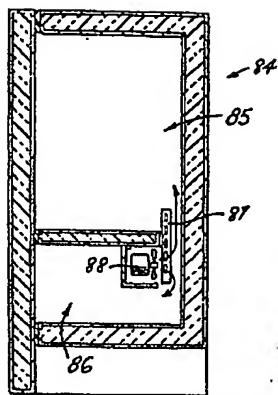


FIG. 25

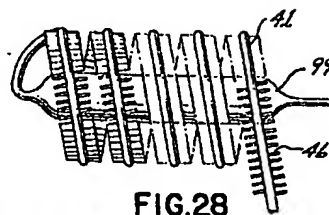


FIG. 28

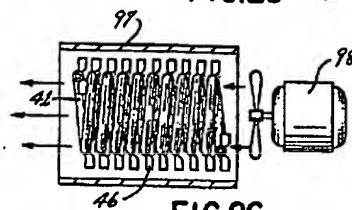


FIG. 26

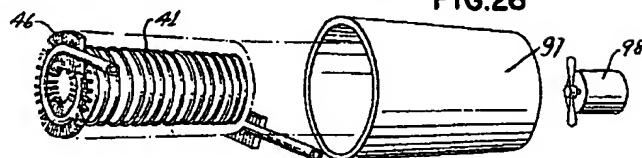


FIG. 27

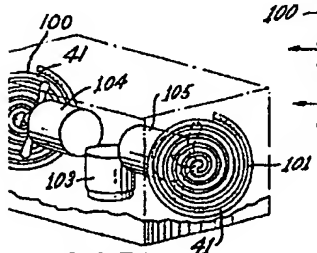


FIG. 30

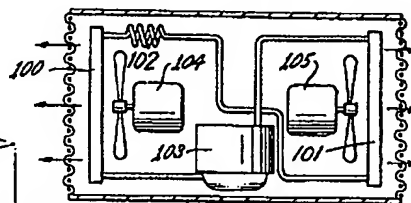
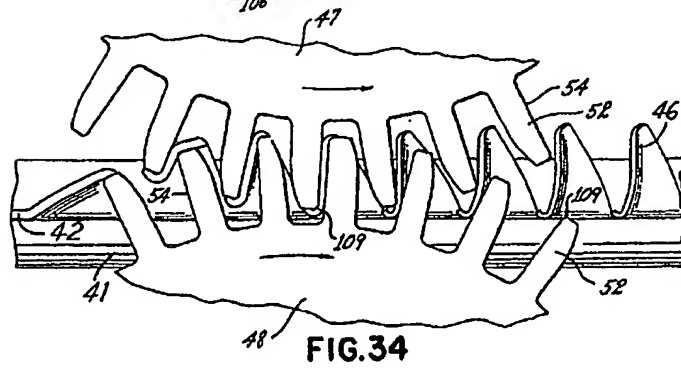
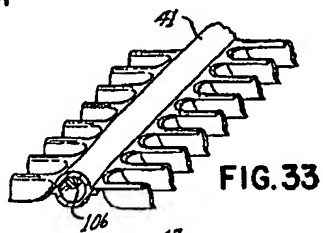
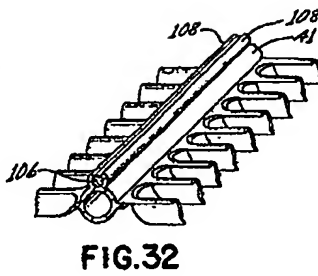
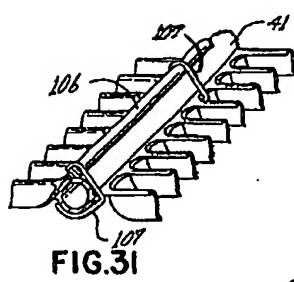


FIG. 29





Title : Heat exchanger and fabrication method thereof

Resume :

The present invention relates to a method for fabricating a blade tube for a temperature exchange and has the following characteristics solely or in combination.

1. One or more tubes extend from a hollow tubular element along a generator, the tubes are elongated to form a blade having a considerably large surface compared with the tubes;
2. The tubes are divided to form a plurality of blades and each of the plurality of blades has a considerably large surface compared with the tubes;
3. A general surface of each blade is disposed in a different direction from a general surface of the tube used for forming each blade;
4. As for elongation, shaping and dividing, tubes are engaged between sawteeth of a wheel having two sawteeth;
5. It is bent to the portion of each blade from the surface parallel with a vertical axis of the tubular element;
6. The tube is divided at a base near the tubular element such that a round operation surface can form each side of the divided portion of the tube;
7. The surface of each blade is increased by 20% or more compared

with the portion from the tube.

The apparatus for performing the above method has the following features solely and in combination

8. A pair of wheels with sawteeth engaged for dividing, forming and elongating a tube of a tubular element;

9. A surface of the closest portion to the tubular element of each sawtooth of the wheel with sawteeth has a round shape from the section according to a surface being passed by a rotational shaft of the wheel;

10. A guide surface of each sawtooth of one wheel with the sawteeth and a guide surface of each sawtooth of the other wheel are a bent portion disposed to be adjacent to a radial end portion pointing to an outside of the sawteeth and a bent portion of a surface concentrated toward the other surface of the sawteeth in a radially separated direction toward the outside of the wheel.

In addition, the present invention relates to a blade tube for a temperature exchange and has the following characteristics solely or in combination

11. An entire surface of a blade is high by 20% or more on a plane separated from a tubular element from the same distance as the blade, and has a length corresponding to a length occupied in an axial direction by the blade along an axial direction of the tubular element;

12. The thickness of the blade is reduced as the blade is separated from the tubular element;

13. The thickness of the blade is substantially uniform as the blade is separated from the tubular element;

14. Each blade has a bent form from a section cut by a surface parallel to the axis of the tubular element;

15. A substantially round operation portion integrally formed with the blade and the tubular element is provided at a connection point of each blade having the tubular element and each surface;

16. The tube of the blade is bent to form two bent portions, and a pair of reinforcing parts are disposed together with the bent portions and connected with the bent portions to form a hard structure part.

17. Each reinforcing part includes a plurality of openings with the bent portion disposed, and the reinforcing part adjacent to each opening is transformed to constitute an extended portion passing at an angular portion of a corresponding bent portion;

18. The blade is detached from each portion where the bent portion is formed;

19. Each reinforcing part includes a pair of pipes, of which one pipe

extends at an angle of the entire bent portion and the other pipe is disposed at an outer side of the bent portion, the two pipes being connected so that each reinforcing part can be integrally formed with the tube.